

Zur Ermittlung des Fettgehaltes von Fleisch über die Dichte

Wilhelm Busch

1974

Aus dem Bereich Hygiene und Technologie der Lebensmittel
tierischen Ursprungs - Universität München - Tierärztliche Fakultät
Vorstände: Prof. Dr. Dr. h.c. L. Kotter und Prof. Dr. G. Terplan

Zur Ermittlung des Fettgehaltes von Fleisch über die Dichte



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Wilhelm Busch
aus Melk/Österreich

München 1974



Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. E. Dahme
Referent: Prof. Dr. Dr. h. c. L. Kotter
Korreferent: Univ.-Doz. Dr. H. Erbersdobler

Tag der Promotion: 22. 2. 1974

Meinen Eltern

1. Einleitung
 2. Kindheit und Jugend
 3. Studienjahre
 4. Berufswahl
 5. erste Ehe
 6. zweite Ehe
 7. Kinder
 8. Reisen
 9. Wissenschaft
 10. Kunst
 11. Politik
 12. Religion
 13. Philosophie
 14. Literatur
 15. Musik
 16. Sport
 17. Naturwissenschaften
 18. Medizin
 19. Recht
 20. Geschichte
 21. Geographie
 22. Botanik
 23. Zoologie
 24. Mineralogie
 25. Meteorologie
 26. Astronomie
 27. Physik
 28. Chemie
 29. Biologie
 30. Anthropologie
 31. Psychologie
 32. Pädagogik
 33. Erziehungswissenschaften
 34. Sozialwissenschaften
 35. Wirtschaftswissenschaften
 36. Ingenieurwissenschaften
 37. Architektur
 38. Kunstgeschichte
 39. Archäologie
 40. Ethnologie
 41. Linguistik
 42. Slavistik
 43. Indologie
 44. Sinologie
 45. Arabistik
 46. Hebraistik
 47. Griechisch
 48. Latein
 49. Englisch
 50. Französisch
 51. Italienisch
 52. Spanisch
 53. Portugiesisch
 54. Niederländisch
 55. Dänisch
 56. Norwegisch
 57. Schwedisch
 58. Finnisch
 59. Estnisch
 60. Lettisch
 61. Litauisch
 62. Polnisch
 63. Tschechisch
 64. Slowakisch
 65. Ungarisch
 66. Rumänisch
 67. Griechisch
 68. Türkisch
 69. Persisch
 70. Arabisch
 71. Hebräisch
 72. Syrisch
 73. Armenisch
 74. Georgisch
 75. Ossetisch
 76. Abchasisch
 77. Tatarisch
 78. Dagestanisch
 79. Chechenisch
 80. Inguschisch
 81. Kabardisch
 82. Karatschaisch
 83. Balkarisch
 84. Tschetschenisch
 85. Darginisch
 86. Lezginisch
 87. Awarisch
 88. Darginisch
 89. Lezginisch
 90. Awarisch
 91. Darginisch
 92. Lezginisch
 93. Awarisch
 94. Darginisch
 95. Lezginisch
 96. Awarisch
 97. Darginisch
 98. Lezginisch
 99. Awarisch
 100. Darginisch
 101. Lezginisch
 102. Awarisch
 103. Darginisch
 104. Lezginisch
 105. Awarisch
 106. Darginisch
 107. Lezginisch
 108. Awarisch
 109. Darginisch
 110. Lezginisch
 111. Awarisch
 112. Darginisch
 113. Lezginisch
 114. Awarisch
 115. Darginisch
 116. Lezginisch
 117. Awarisch
 118. Darginisch
 119. Lezginisch
 120. Awarisch
 121. Darginisch
 122. Lezginisch
 123. Awarisch
 124. Darginisch
 125. Lezginisch
 126. Awarisch
 127. Darginisch
 128. Lezginisch
 129. Awarisch
 130. Darginisch
 131. Lezginisch
 132. Awarisch
 133. Darginisch
 134. Lezginisch
 135. Awarisch
 136. Darginisch
 137. Lezginisch
 138. Awarisch
 139. Darginisch
 140. Lezginisch
 141. Awarisch
 142. Darginisch
 143. Lezginisch
 144. Awarisch
 145. Darginisch
 146. Lezginisch
 147. Awarisch
 148. Darginisch
 149. Lezginisch
 150. Awarisch
 151. Darginisch
 152. Lezginisch
 153. Awarisch
 154. Darginisch
 155. Lezginisch
 156. Awarisch
 157. Darginisch
 158. Lezginisch
 159. Awarisch
 160. Darginisch
 161. Lezginisch
 162. Awarisch
 163. Darginisch
 164. Lezginisch
 165. Awarisch
 166. Darginisch
 167. Lezginisch
 168. Awarisch
 169. Darginisch
 170. Lezginisch
 171. Awarisch
 172. Darginisch
 173. Lezginisch
 174. Awarisch
 175. Darginisch
 176. Lezginisch
 177. Awarisch
 178. Darginisch
 179. Lezginisch
 180. Awarisch
 181. Darginisch
 182. Lezginisch
 183. Awarisch
 184. Darginisch
 185. Lezginisch
 186. Awarisch
 187. Darginisch
 188. Lezginisch
 189. Awarisch
 190. Darginisch
 191. Lezginisch
 192. Awarisch
 193. Darginisch
 194. Lezginisch
 195. Awarisch
 196. Darginisch
 197. Lezginisch
 198. Awarisch
 199. Darginisch
 200. Lezginisch
 201. Awarisch
 202. Darginisch
 203. Lezginisch
 204. Awarisch
 205. Darginisch
 206. Lezginisch
 207. Awarisch
 208. Darginisch
 209. Lezginisch
 210. Awarisch
 211. Darginisch
 212. Lezginisch
 213. Awarisch
 214. Darginisch
 215. Lezginisch
 216. Awarisch
 217. Darginisch
 218. Lezginisch
 219. Awarisch
 220. Darginisch
 221. Lezginisch
 222. Awarisch
 223. Darginisch
 224. Lezginisch
 225. Awarisch
 226. Darginisch
 227. Lezginisch
 228. Awarisch
 229. Darginisch
 230. Lezginisch
 231. Awarisch
 232. Darginisch
 233. Lezginisch
 234. Awarisch
 235. Darginisch
 236. Lezginisch
 237. Awarisch
 238. Darginisch
 239. Lezginisch
 240. Awarisch
 241. Darginisch
 242. Lezginisch
 243. Awarisch
 244. Darginisch
 245. Lezginisch
 246. Awarisch
 247. Darginisch
 248. Lezginisch
 249. Awarisch
 250. Darginisch
 251. Lezginisch
 252. Awarisch
 253. Darginisch
 254. Lezginisch
 255. Awarisch
 256. Darginisch
 257. Lezginisch
 258. Awarisch
 259. Darginisch
 260. Lezginisch
 261. Awarisch
 262. Darginisch
 263. Lezginisch
 264. Awarisch
 265. Darginisch
 266. Lezginisch
 267. Awarisch
 268. Darginisch
 269. Lezginisch
 270. Awarisch
 271. Darginisch
 272. Lezginisch
 273. Awarisch
 274. Darginisch
 275. Lezginisch
 276. Awarisch
 277. Darginisch
 278. Lezginisch
 279. Awarisch
 280. Darginisch
 281. Lezginisch
 282. Awarisch
 283. Darginisch
 284. Lezginisch
 285. Awarisch
 286. Darginisch
 287. Lezginisch
 288. Awarisch
 289. Darginisch
 290. Lezginisch
 291. Awarisch
 292. Darginisch
 293. Lezginisch
 294. Awarisch
 295. Darginisch
 296. Lezginisch
 297. Awarisch
 298. Darginisch
 299. Lezginisch
 300. Awarisch
 301. Darginisch
 302. Lezginisch
 303. Awarisch
 304. Darginisch
 305. Lezginisch
 306. Awarisch
 307. Darginisch
 308. Lezginisch
 309. Awarisch
 310. Darginisch
 311. Lezginisch
 312. Awarisch
 313. Darginisch
 314. Lezginisch
 315. Awarisch
 316. Darginisch
 317. Lezginisch
 318. Awarisch
 319. Darginisch
 320. Lezginisch
 321. Awarisch
 322. Darginisch
 323. Lezginisch
 324. Awarisch
 325. Darginisch
 326. Lezginisch
 327. Awarisch
 328. Darginisch
 329. Lezginisch
 330. Awarisch
 331. Darginisch
 332. Lezginisch
 333. Awarisch
 334. Darginisch
 335. Lezginisch
 336. Awarisch
 337. Darginisch
 338. Lezginisch
 339. Awarisch
 340. Darginisch
 341. Lezginisch
 342. Awarisch
 343. Darginisch
 344. Lezginisch
 345. Awarisch
 346. Darginisch
 347. Lezginisch
 348. Awarisch
 349. Darginisch
 350. Lezginisch
 351. Awarisch
 352. Darginisch
 353. Lezginisch
 354. Awarisch
 355. Darginisch
 356. Lezginisch
 357. Awarisch
 358. Darginisch
 359. Lezginisch
 360. Awarisch
 361. Darginisch
 362. Lezginisch
 363. Awarisch
 364. Darginisch
 365. Lezginisch
 366. Awarisch
 367. Darginisch
 368. Lezginisch
 369. Awarisch
 370. Darginisch
 371. Lezginisch
 372. Awarisch
 373. Darginisch
 374. Lezginisch
 375. Awarisch
 376. Darginisch
 377. Lezginisch
 378. Awarisch
 379. Darginisch
 380. Lezginisch
 381. Awarisch
 382. Darginisch
 383. Lezginisch
 384. Awarisch
 385. Darginisch
 386. Lezginisch
 387. Awarisch
 388. Darginisch
 389. Lezginisch
 390. Awarisch
 391. Darginisch
 392. Lezginisch
 393. Awarisch
 394. Darginisch
 395. Lezginisch
 396. Awarisch
 397. Darginisch
 398. Lezginisch
 399. Awarisch
 400. Darginisch
 401. Lezginisch
 402. Awarisch
 403. Darginisch
 404. Lezginisch
 405. Awarisch
 406. Darginisch
 407. Lezginisch
 408. Awarisch
 409. Darginisch
 410. Lezginisch
 411. Awarisch
 412. Darginisch
 413. Lezginisch
 414. Awarisch
 415. Darginisch
 416. Lezginisch
 417. Awarisch
 418. Darginisch
 419. Lezginisch
 420. Awarisch
 421. Darginisch
 422. Lezginisch
 423. Awarisch
 424. Darginisch
 425. Lezginisch
 426. Awarisch
 427. Darginisch
 428. Lezginisch
 429. Awarisch
 430. Darginisch
 431. Lezginisch
 432. Awarisch
 433. Darginisch
 434. Lezginisch
 435. Awarisch
 436. Darginisch
 437. Lezginisch
 438. Awarisch
 439. Darginisch
 440. Lezginisch
 441. Awarisch
 442. Darginisch
 443. Lezginisch
 444. Awarisch
 445. Darginisch
 446. Lezginisch
 447. Awarisch
 448. Darginisch
 449. Lezginisch
 450. Awarisch
 451. Darginisch
 452. Lezginisch
 453. Awarisch
 454. Darginisch
 455. Lezginisch
 456. Awarisch
 457. Darginisch
 458. Lezginisch
 459. Awarisch
 460. Darginisch
 461. Lezginisch
 462. Awarisch
 463. Darginisch
 464. Lezginisch
 465. Awarisch
 466. Darginisch
 467. Lezginisch
 468. Awarisch
 469. Darginisch
 470. Lezginisch
 471. Awarisch
 472. Darginisch
 473. Lezginisch
 474. Awarisch
 475. Darginisch
 476. Lezginisch
 477. Awarisch
 478. Darginisch
 479. Lezginisch
 480. Awarisch
 481. Darginisch
 482. Lezginisch
 483. Awarisch
 484. Darginisch
 485. Lezginisch
 486. Awarisch
 487. Darginisch
 488. Lezginisch
 489. Awarisch
 490. Darginisch
 491. Lezginisch
 492. Awarisch
 493. Darginisch
 494. Lezginisch
 495. Awarisch
 496. Darginisch
 497. Lezginisch
 498. Awarisch
 499. Darginisch
 500. Lezginisch
 501. Awarisch
 502. Darginisch
 503. Lezginisch
 504. Awarisch
 505. Darginisch
 506. Lezginisch
 507. Awarisch
 508. Darginisch
 509. Lezginisch
 510. Awarisch
 511. Darginisch
 512. Lezginisch
 513. Awarisch
 514. Darginisch
 515. Lezginisch
 516. Awarisch
 517. Darginisch
 518. Lezginisch
 519. Awarisch
 520. Darginisch
 521. Lezginisch
 522. Awarisch
 523. Darginisch
 524. Lezginisch
 525. Awarisch
 526. Darginisch
 527. Lezginisch
 528. Awarisch
 529. Darginisch
 530. Lezginisch
 531. Awarisch
 532. Darginisch
 533. Lezginisch
 534. Awarisch
 535. Darginisch
 536. Lezginisch
 537. Awarisch
 538. Darginisch
 539. Lezginisch
 540. Awarisch
 541. Darginisch
 542. Lezginisch
 543. Awarisch
 544. Darginisch
 545. Lezginisch
 546. Awarisch
 547. Darginisch
 548. Lezginisch
 549. Awarisch
 550. Darginisch
 551. Lezginisch
 552. Awarisch
 553. Darginisch
 554. Lezginisch
 555. Awarisch
 556. Darginisch
 557. Lezginisch
 558. Awarisch
 559. Darginisch
 560. Lezginisch
 561. Awarisch
 562. Darginisch
 563. Lezginisch
 564. Awarisch
 565. Darginisch
 566. Lezginisch
 567. Awarisch
 568. Darginisch
 569. Lezginisch
 570. Awarisch
 571. Darginisch
 572. Lezginisch
 573. Awarisch
 574. Darginisch
 575. Lezginisch
 576. Awarisch
 577. Darginisch
 578. Lezginisch
 579. Awarisch
 580. Darginisch
 581. Lezginisch
 582. Awarisch
 583. Darginisch
 584. Lezginisch
 585. Awarisch
 586. Darginisch
 587. Lezginisch
 588. Awarisch
 589. Darginisch
 590. Lezginisch
 591. Awarisch
 592. Darginisch
 593. Lezginisch
 594. Awarisch
 595. Darginisch
 596. Lezginisch
 597. Awarisch
 598. Darginisch
 599. Lezginisch
 600. Awarisch
 601. Darginisch
 602. Lezginisch
 603. Awarisch
 604. Darginisch
 605. Lezginisch
 606. Awarisch
 607. Darginisch
 608. Lezginisch
 609. Awarisch
 610. Darginisch
 611. Lezginisch
 612. Awarisch
 613. Darginisch
 614. Lezginisch
 615. Awarisch
 616. Darginisch
 617. Lezginisch
 618. Awarisch
 619. Darginisch
 620. Lezginisch
 621. Awarisch
 622. Darginisch
 623. Lezginisch
 624. Awarisch
 625. Darginisch
 626. Lezginisch
 627. Awarisch
 628. Darginisch
 629. Lezginisch
 630. Awarisch
 631. Darginisch
 632. Lezginisch
 633. Awarisch
 634. Darginisch
 635. Lezginisch
 636. Awarisch
 637. Darginisch
 638. Lezginisch
 639. Awarisch
 640. Darginisch
 641. Lezginisch
 642. Awarisch
 643. Darginisch
 644. Lezginisch
 645. Awarisch
 646. Darginisch
 647. Lezginisch
 648. Awarisch
 649. Darginisch
 650. Lezginisch
 651. Awarisch
 652. Darginisch
 653. Lezginisch
 654. Awarisch
 655. Darginisch
 656. Lezginisch
 657. Awarisch
 658. Darginisch
 659. Lezginisch
 660. Awarisch
 661. Darginisch
 662. Lezginisch
 663. Awarisch
 664. Darginisch
 665. Lezginisch
 666. Awarisch
 667. Darginisch
 668. Lezginisch
 669. Awarisch
 670. Darginisch
 671. Lezginisch
 672. Awarisch
 673. Darginisch
 674. Lezginisch
 675. Awarisch
 676. Darginisch
 677. Lezginisch
 678. Awarisch
 679. Darginisch
 680. Lezginisch
 681. Awarisch
 682. Darginisch
 683. Lezginisch
 684. Awarisch
 685. Darginisch
 686. Lezginisch
 687. Awarisch
 688. Darginisch
 689. Lezginisch
 690. Awarisch
 691. Darginisch
 692. Lezginisch
 693. Awarisch
 694. Darginisch
 695. Lezginisch
 696. Awarisch
 697. Darginisch
 698. Lezginisch
 699. Awarisch
 700. Darginisch
 701. Lezginisch
 702. Awarisch
 703. Darginisch
 704. Lezginisch
 705. Awarisch
 706. Darginisch
 707. Lezginisch
 708. Awarisch
 709. Darginisch
 710. Lezginisch
 711. Awarisch
 712. Darginisch
 713. Lezginisch
 714. Awarisch
 715. Darginisch
 716. Lezginisch
 717. Awarisch
 718. Darginisch
 719. Lezginisch
 720. Awarisch
 721. Darginisch
 722. Lezginisch
 723. Awarisch
 724. Darginisch
 725. Lezginisch
 726. Awarisch
 727. Darginisch
 728. Lezginisch
 729. Awarisch
 730. Darginisch
 731. Lezginisch
 732. Awarisch
 733. Darginisch
 734. Lezginisch
 735. Awarisch
 736. Darginisch
 737. Lezginisch
 738. Awarisch
 739. Darginisch
 740. Lezginisch
 741. Awarisch
 742. Darginisch
 743. Lezginisch
 744. Awarisch
 745. Darginisch
 746. Lezginisch
 747. Awarisch
 748. Darginisch
 749. Lezginisch
 750. Awarisch
 751. Darginisch
 752. Lezginisch
 753. Awarisch
 754. Darginisch
 755. Lezginisch
 756. Awarisch
 757. Darginisch
 758. Lezginisch
 759. Awarisch
 760. Darginisch
 761. Lezginisch
 762. Awarisch
 763. Darginisch
 764. Lezginisch
 765. Awarisch
 766. Darginisch
 767. Lezginisch
 768. Awarisch
 769. Darginisch
 770. Lezginisch
 771. Awarisch
 772. Darginisch
 773. Lezginisch
 774. Awarisch
 775. Darginisch
 776. Lezginisch
 777. Awarisch
 778. Darginisch
 779. Lezginisch
 780. Awarisch
 781. Darginisch
 782. Lezginisch
 783. Awarisch
 784. Darginisch
 785. Lezginisch
 786. Awarisch
 787. Darginisch
 788. Lezginisch
 789. Awarisch
 790. Darginisch
 791. Lezginisch
 792. Awarisch
 793. Darginisch
 794. Lezginisch
 795. Awarisch
 796. Darginisch
 797. Lezginisch
 798. Awarisch
 799. Darginisch
 800. Lezginisch
 801. Awarisch
 802. Darginisch
 803. Lezginisch
 804. Awarisch
 805. Darginisch
 806. Lezginisch
 807. Awarisch
 808. Darginisch
 809. Lezginisch
 810. Awarisch
 811. Darginisch
 812. Lezginisch
 813. Awarisch
 814. Darginisch
 815. Lezginisch
 816. Awarisch
 817. Darginisch
 818. Lezginisch
 819. Awarisch
 820. Darginisch
 821. Lezginisch
 822. Awarisch
 823. Darginisch
 824. Lezginisch
 825. Awarisch
 826. Darginisch
 827. Lezginisch
 828. Awarisch
 829. Darginisch
 830. Lezginisch
 831. Awarisch
 832. Darginisch
 833. Lezginisch
 834. Awarisch
 835. Darginisch
 836. Lezginisch
 837. Awarisch
 838. Darginisch
 839. Lezginisch
 840. Awarisch
 841. Darginisch
 842. Lezginisch
 843. Awarisch
 844. Darginisch
 845. Lezginisch
 846. Awarisch
 847. Darginisch
 848. Lezginisch
 849. Awarisch
 850. Darginisch
 851. Lezginisch
 852. Awarisch
 853. Darginisch
 854. Lezginisch
 855. Awarisch
 856. Darginisch
 857. Lezginisch
 858. Awarisch
 859. Darginisch
 860. Lezginisch
 861. Awarisch
 862. Darginisch
 863. Lezginisch
 864. Awarisch
 865. Darginisch
 866. Lezginisch
 867. Awarisch
 868. Darginisch
 869. Lezginisch
 870. Awarisch
 871. Darginisch
 872. Lezginisch
 873. Awarisch
 874. Darginisch
 875. Lezginisch
 876. Awarisch
 877. Darginisch
 878. Lezginisch
 879. Awarisch
 880. Darginisch
 881. Lezginisch
 882. Awarisch
 883. Darginisch
 884. Lezginisch
 885. Awarisch
 886. Darginisch
 887. Lezginisch
 888. Awarisch
 889. Darginisch
 890. Lezginisch
 891. Awarisch
 892. Darginisch
 893. Lezginisch
 894. Awarisch
 895. Darginisch
 896. Lezginisch
 897. Awarisch
 898. Darginisch
 899. Lezginisch
 900. Awarisch
 901. Darginisch
 902. Lezginisch
 903. Awarisch
 904. Darginisch
 905. Lezginisch
 906. Awarisch
 907. Darginisch
 908. Lezginisch
 909. Awarisch
 910. Darginisch
 911. Lezginisch
 912. Awarisch
 913. Darginisch
 914. Lezginisch
 915. Awarisch
 916. Darginisch
 917. Lezginisch
 918. Awarisch
 919. Darginisch
 920. Lezginisch
 921. Awarisch
 922. Darginisch
 923. Lezginisch
 924. Awarisch
 925. Darginisch
 926. Lezginisch
 927. Awarisch
 928. Darginisch
 929. Lezginisch
 930. Awarisch
 931. Darginisch
 932. Lezginisch
 933. Awarisch
 934. Darginisch
 935. Lezginisch
 936. Awarisch
 937. Darginisch
 938. Lezginisch
 939. Awarisch
 940. Darginisch
 941. Lezginisch
 942. Awarisch
 943. Darginisch
 944. Lezginisch
 945. Awarisch
 946. Darginisch
 947. Lezginisch
 948. Awarisch
 949. Darginisch
 950. Lezginisch
 951. Awarisch
 952. Darginisch
 953. Lezginisch
 954. Awarisch
 955. Darginisch
 956. Lezginisch
 957. Awarisch
 958. Darginisch
 959. Lezginisch
 960. Awarisch
 961. Darginisch
 962. Lezginisch
 963. Awarisch
 964. Darginisch
 965. Lezginisch
 966. Awarisch
 967. Darginisch
 968. Lezginisch
 969. Awarisch
 970. Darginisch
 971. Lezginisch
 972. Awarisch
 973. Darginisch
 974. Lezginisch
 975. Awarisch
 976. Darginisch
 977. Lezginisch
 978. Awarisch
 979. Darginisch
 980. Lezginisch
 981. Awarisch
 982. Darginisch
 983. Lezginisch
 984. Awarisch
 985. Darginisch
 986. Lezginisch
 987. Awarisch
 988. Darginisch
 989. Lezginisch
 990. Awarisch
 991. Darginisch
 992. Lezginisch
 993. Awarisch
 994. Darginisch
 995. Lezginisch
 996. Awarisch
 997. Darginisch
 998. Lezginisch
 999. Awarisch
 1000. Darginisch



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATUR	2
2.1.	Fettgewebeanteil in Fleisch	2
2.2.	Bestimmungen des Fettgewebeanteils oder Fettgehaltes	3
2.2.1.	Bestimmung des Fettgewebeanteils in Tier- körpern und großen Fleischstücken	3
2.2.1.1.	Am lebenden Tier	3
2.2.1.2.	Am Schlachttierkörper	4
2.2.2.	Gravimetrische Methoden zur Fettgehalts- bestimmung	6
2.2.2.1.	Extraktionsverfahren nach Soxhlet	6
2.2.2.2.	Extraktion nach Stoldt-Weibull	6
2.2.2.3.	Extraktion nach Großfeld	6
2.2.2.4.	Extraktion nach Röse-Gottlieb	6
2.2.2.5.	Extraktion nach Winter	6
2.2.3.	Volumetrische Methoden zur Fettgehaltsbe- stimmung	7
2.2.3.1.	Acidbutyrometrische Methode nach Peltzer	7
2.2.3.2.	Schnellverfahren nach Whalen	7
2.2.3.3.	Emulsionsmethode nach Moreau	7
2.2.4.	Fettgehaltsbestimmung über den Brechnungs- index	7
2.2.5.	Fettgehaltsbestimmung über kernmagnetische Resonanz	8

	Seite
2.2.6. Fettgehaltsbestimmung über Röntgenstrahlen	8
2.2.7. Fettgehaltsbestimmung über die Dichte	8
2.2.7.1. Möglichkeiten zur Dichtebestimmung	9
2.2.7.1.1. Bestimmung des Volumens durch Wasserverdrängung	9
2.2.7.1.2. Bestimmung des Volumens durch Gasverdrängung	10
2.2.7.1.3. Bestimmung der Dichte durch Unterwasserwiegen	10
2.2.7.2. Zusammenhang zwischen Dichte und Fettgehalt	11
2.2.7.3. Apparate zur Bestimmung des Fettgehaltes über die Dichte	15
2.2.7.3.1. FAT-CON	15
2.2.7.3.2. Digital Fat Controller von HONEYWELL	15
2.2.7.3.3. Foss-Let	16
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	17
3.1. Methodik	17
3.2. Versuchsanordnung	17
3.3. Material	17
3.4. Durchführung der Versuche	18
3.5. Besprechung der Ergebnisse	19
4. DISKUSSION	28
5. ZUSAMMENFASSUNG	31
6. LITERATURVERZEICHNIS	33

1. EINLEITUNG

Der Verbraucher erwartet bei Fleischerzeugnissen gleichmäßige Qualität, und das Gewerbe selbst ist auch interessiert, gleichmäßige Ware zu liefern. Einer der Faktoren, die Schwankungen bedingen können, ist der Fettgehalt des Ausgangsmaterials, der im Fleisch erheblich variiert, zumal Fleisch unter praktischen Bedingungen nicht restlos in Magerfleisch und Fettgewebe aufgetrennt werden kann.

Es fehlt vorerst an der Möglichkeit einer exakten Standardisierung des Ausgangsmaterials. WELLHÄUSER, GEHRA und PFEIFFER (45) haben festgestellt, daß der Fettgehalt von Kochsalamis bei gleicher Rezeptur trotz versuchter "Standardisierung" zwischen 29,9 und 38,4 % schwankt. Nach KOTTER, SCHMIDT und KRAUSSE (19) wird selbst eine annähernde Standardisierung über analytische Kontrollen von Ausgangsmaterial und Fertigprodukt ohnehin nur Großbetrieben möglich sein.

Dies ist auch angesichts der Bestrebungen beachtlich, die Bestandteile der Fleischerzeugnisse zu deklarieren.

In der vorliegenden Arbeit sollte geprüft werden, inwieweit sich der Fettanteil von Verarbeitungsfleisch über eine einfache Ermittlung der Dichte bestimmen läßt.

2. LITERATUR

2.1. Fettgewebeanteil in Fleisch

In Abhängigkeit von Rasse, Alter, Geschlecht, Handelsklasse, Fütterung und Haltung sind Anteil und Verteilung von Fettgewebe in Schlachttierkörpern sehr unterschiedlich. Der durchschnittliche Fettgehalt von Rindfleisch liegt mit 11,6 % gegenüber Schweinefleisch mit 49,4 % relativ niedrig. Auch die Verteilung ist beim Rind gleichmäßiger als beim Schwein, bei dem sowohl fettarme als auch besonders fettreiche Teilstücke vorkommen (22). Die Anteile an subkutanem und intermuskulärem Fettgewebe in den verschiedenen Teilstücken der beiden am häufigsten vorkommenden deutschen Rinderrassen sind in Tabelle 1 (38) wiedergegeben.

Tabelle 1: Fettgewebeanteil in den Teilstücken verschiedener Kategorien bezogen auf das Teilstückgewicht

Teilstücke	Fettgewebe %					
	Bullen A		Färsen A		Kühe A	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
<u>Deutsche Schwarzbunte</u>	n = 20		n = 20		n = 20	
Kamm	1,81	1,93	4,19	3,80	5,72	4,14
Fehlrippe	2,53	2,49	3,09	2,28	6,90	4,82
Brust u. Spannrippe	8,79	5,64	10,68	5,70	19,86	2,84
Bug	2,33	2,02	3,41	2,38	8,36	4,77
Vorderhesse	0,16	-	-	-	0,34	-
Dünnung	13,70	4,74	25,34	8,04	28,56	11,20
Roastbeef m. Filet	6,27	3,64	9,17	4,44	16,46	6,56
Keule	3,96	1,95	5,14	2,10	7,56	2,35
Hinterhesse	0,22	-	0,03	-	2,54	-
<u>Deutsches Fleckvieh</u>	n = 20		n = 20		n = 20	
Kamm	1,47	1,09	5,12	2,88	3,80	2,34
Fehlrippe	2,25	1,23	3,61	2,14	3,66	2,30
Brust u. Spannrippe	7,23	4,80	14,07	4,84	13,12	5,00
Bug	2,29	1,70	4,93	3,38	4,27	2,19
Vorderhesse	-	-	-	-	-	-
Dünnung	11,19	4,55	25,04	5,20	17,83	7,21
Roastbeef m. Filet	4,49	2,04	10,13	4,42	9,13	4,02
Keule	3,30	1,21	5,37	2,12	4,89	1,99
Hinterhesse	0,04	-	0,89	-	0,61	-

Auch die analytisch festgestellten Fettgehalte in und zwischen den verschiedenen Teilstücken schwanken beträchtlich. Für Rindfleisch von der Schulter wird ein Fettgehalt von 3,64 - 7,53 % angegeben, für Halsmuskulatur 1,97 - 7,18 % und für die Dünung durchschnittlich 17,8 % (42).

Bei Verarbeitungsfleisch, dem die verschiedensten Teilstücke und Fleischabschnitte zugrunde liegen können, kommen je nach Sorte Fettgehalte von wenigen bis zu 70/80 % vor.

2.2. Bestimmungen des Fettgewebeanteils oder des Fettgehalts

2.2.1. Bestimmung des Fettgewebeanteils in Tierkörpern und großen Fleischstücken

2.2.1.1. Am lebenden Tier

Die meisten Versuche beruhten darauf, aus der Rückenspeckdicke auf den Fettgehalt des Gesamtkörpers zu schließen.

HAZEL und KLINE (11) benützten zur Feststellung der Speckdicke einen geschärften Metallstab. Sie verglichen ihre Ergebnisse mit Messungen am Schlachtkörper, erhielten aber keine eindeutigen Werte, da sich beim Schlachten die Dicke des Rückenspecks ändert und der Stab auch in die Muskelschicht eindringen kann.

Bessere Ergebnisse erhielten ANDREWS und WHATLEY (1) mit einer Leitfähigkeitssonde. Da Muskulatur aufgrund ihrer besseren Durchblutung eine höhere elektrische Leitfähigkeit besitzt als Fett, kann über die sprunghafte Erhöhung des Stromflusses die Muskel-Fett-Grenze bestimmt werden.

Diese Methode werteten HARING und SIEGBURG (10) aus. Sie setzten die Speckdicke in Beziehung zum Gesamtkörperfettgehalt, wobei die

Speckdicke sowohl am lebenden Tier mit der Leitfähigkeitssonde als auch am Schlachtkörper gemessen wurde. Durch die gute Übereinstimmung der Werte (Leitfähigkeitssonde $r = 0,64$, Bestimmung am Schlachtkörper $r = 0,634$) wurde die Brauchbarkeit der Sonde als Meßgerät bestätigt.

LAUPRECHT, KIRSCH, RITTLER, MÜNZER und FEWSON (21) benutzten ein Ultraschall-Echolot, um die Rückenspeckdicke zu ermitteln. An Schlachtkörpern fanden sie, daß ihre Werte in 96 % der Fälle nur um 0,2 cm von den Werten abwichen, die mit dem Lineal gemessen wurden. Jedoch waren die Ergebnisse am lebenden Schwein ungenau, da sich die Bewegungen der Tiere störend auswirkten.

Die genauesten Ergebnisse bei der Messung der Speckdicke erzielte HOGREFE (13) mit Röntgenstrahlen. Jedoch erfordert diese Methode sehr großen technischen Aufwand.

KRAYBILL, HANKINS und BITTER (20) versuchten den Fettgehalt des Gesamtkörpers auf chemischem Wege zu ermitteln, indem sie mit der Antipyrinmethode den Wassergehalt des Gesamtkörpers bestimmten und daraus den Fettgehalt errechneten. Die errechneten Fettgehalte überprüfte SIEGBURG (41), indem er sie mit den chemisch bestimmten Werten verglich. Er erhielt dabei den Korrelationskoeffizienten $r = 0,89$.

Bestimmungen des Fettgehalts über die Dichte werden unter 2.2.7. erörtert.

2.2.1.2. Am Schlachttierkörper

WENIGER und FUNK (48) untersuchten den Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt des Schinkens und dem des Gesamtkörpers. Bei Schweinen erhielten sie einen Korrelationskoeffizienten $r = 0,85$. Jedoch wurden keine Aussagen über die Schwankungsbreite gemacht.

Mit der gleichen Methode erhielten HARING und GRUHN (9) mit $r = 0,87$ eine enge Beziehung zwischen dem Fettgehalt des Schinkens und dem des Gesamtkörpers. Bei einer Streuung von 37 % ist diese Methode jedoch recht ungenau.

SIEGBURG (41) stellte eine Beziehung zwischen der Dicke der Speckschicht des Koteletts hinter der 13. Rippe und dem Fettgehalt der Schweinehälfte auf. Die Dicke der Speckschicht bestimmte er aus dem Mittel dreier Linien, die senkrecht von Tangenten an der Schwarte auf den *M. longissimus dorsi* trafen. Er erprobte diese Methode an 186 Schweinen und erhielt den Korrelationskoeffizienten $r = 0,742$. Bei dem Versuch, durch die planimetrische Ausmessung der Fettfläche am Kotelettschnitt eine Beziehung zum Fettgehalt der Tierkörperhälfte festzustellen, fand er mit $r = 0,726$ eine gute Korrelation.

Mittels einer Bohrprobe versuchten AUNAN und WINTERS (2) ebenfalls bei Schweinen das Fleisch-Fett-Verhältnis zu bestimmen. Zwischen der 5. und 6. Rippe wurde eine Probe entnommen, die nach präparativer Trennung von Fleisch und Fett den Fleisch- und Fettanteil des ganzen Körpers repräsentieren sollte. Eine Beziehung ließ sich jedoch nicht erkennen.

SCHUMM (39) untersuchte die Beziehung zwischen Rückenspeckdicke und Fetteinlagerung in der Muskulatur und erhielt mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,757$ ein besseres Ergebnis. WITT (55) hat die enge Korrelation dieser beiden Größen bestätigt.

Nach BROWN, HILLIER und WHATLEY (3) bestehen zwischen spezifischem Gewicht und Fettgehalt des Gesamtkörpers eine engere Beziehung als zwischen Rückenspeckdicke und Fettgehalt des Gesamtkörpers.

Bestimmungen des Fettgehalts über die Dichte werden unter 2.2.7. erörtert.

2.2.2. Gravimetrische Methoden zur Fettgehaltsbestimmung

2.2.2.1. Extraktionsverfahren nach SOXHLET

Bei diesem Verfahren wird die gepulverte Substanz mit peroxid- und wasserfreiem Äther bis zur Erschöpfung extrahiert. Anschließend wird der Äther abdestilliert und nach Trocknung der Extrakt gewogen. Hierbei wird jedoch nur das "freie Fett" erfaßt (15), d.h. die direkt Äther-löslichen Substanzen, die nicht anderweitig, z.B. an Eiweiß gebunden sind.

2.2.2.2. Extraktion nach STOLDT-WEIBULL

Hierbei wird vor dem Ausziehen mit Äther ein Säureaufschluß vorgenommen. Dadurch wird im Gegensatz zur Methode nach SOXHLET auch der gebundene Lipoidanteil erfaßt (43). Die Gefahr einer teilweisen Hydrolyse der Ester kann respektiert werden.

2.2.2.3. Extraktion nach GROSSFELD

Die gepulverte, gegebenenfalls mit rauchender oder verdünnter Salzsäure aufgeschlossene Substanz wird mit Trichloräthylen am Rückflußkühler extrahiert. In einem gewogenen Becherglas wird der Trichloräthylenauszug eingedampft, im Trockenschrank getrocknet und gewogen. Auch Benzin ist nach GROSSFELD für dieses Verfahren als Lipoidlösungsmittel geeignet (8).

2.2.2.4. Extraktion nach RÖSE-GOTTLIEB

Bei dieser Methode werden durch Behandeln mit Ammoniak die Eiweißstoffe gelöst, das Fett dann mit Hilfe organischer Lösungsmittel extrahiert, nach Verdunstung des Lösungsmittels und anschließender Trocknung gewogen (40).

2.2.2.5. Extraktion nach WINTER

Hierbei wird ebenfalls mit einer Mischung von Chloroform und Me-

thanol extrahiert. Nach Abfiltrieren und Trennen im Scheidetrichter wird das Lösungsmittel abdestilliert und der Rückstand gewogen (54).

2.2.3. Volumetrische Methoden zur Fettgehaltsbestimmung

2.2.3.1. Acidbutyrometrische Methode nach PELTZER

Nach Einbringen des Probenmaterials in einen Butyrometer wird mit Schwefelsäure aufgeschlossen, zur Phasentrennung mit Amylalkohol versetzt, erhitzt und zentrifugiert. Die abgeschiedene Fettschicht kann an der Butyrometerskala abgelesen werden. Zur Ermittlung des tatsächlichen Fettgehaltes wird mit Faktor 5 multipliziert (31).

2.2.3.2. Schnellverfahren nach WHALEN

Bei dieser Methode wird die Probe durch Mineralsäure aufgeschlossen und alle Nichtfettsubstanzen in Dimethylsulfoxid gelöst. Die darüber befindliche Fettphase wird im kalibrierten Hals einer Babcockflasche abgelesen (50).

2.2.3.3. Emulsionsmethode nach MOREAU

Hierbei wird eine Fleischemulsion unter alkalischen Bedingungen aufgeschlossen und die nach Erhitzen abgeschiedene Fettphase in einer Babcockflasche gemessen (25).

2.2.4. Fettgehaltsbestimmung über den Brechungsindex

Bei dieser Methode nach RUDISCHER (36) wird das aus der Probe extrahierte Fett mit einem Lösungsmittel, z. B. Bromnaphtalin, in Lösung gebracht. Aus dem Brechungsindex des Lösungsmittels einerseits und dem der Fettlösung andererseits kann der Fettgehalt berechnet werden.

2.2.5. Fettgehaltsbestimmung über kernmagnetische Resonanz

Das Untersuchungsmaterial wird fein homogenisiert und ein Anteil von 5 - 8 g getrocknet. Von diesem getrockneten Rückstand wird das kernmagnetische Resonanzspektrum aufgenommen. Aus einer Eichkurve wird der für das erhaltene Signal zugehörige Fettgehalt entnommen (27).

2.2.6. Fettgehaltsbestimmung über Röntgenstrahlen

Hierbei wird im Anyl-Ray Gerät der Fa. Seffelaar u. Looyen GmbH/ Metzkausen die Durchlässigkeit einer Fleischprobe (5,897 kg) für Röntgenstrahlen gemessen. Fettgewebe hat im Vergleich zum übrigen Gewebe eine geringere Dichte und damit eine größere Strahlungsdurchlässigkeit. An Hand der dadurch bedingten Strahlungsintensität kann der Fettgehalt aus Tabellen abgelesen werden.

2.2.7. Fettgehaltsbestimmung über die Dichte

Die Dichte ρ eines Stoffes ist definiert als das Verhältnis von Masse m zu Volumen v eines Körpers
$$\rho = \frac{m}{v} \left[\frac{g}{cm^3} \right]$$

Das spezifische Gewicht δ eines Stoffes ist das Verhältnis von Gewicht k zu Volumen v eines Körpers
$$\delta = \frac{k}{v} \left[\frac{p}{cm^3} \right]$$

Mißt man nun die Masse eines Körpers in der physikalischen Einheit g bzw. kg, sein Gewicht aber in der technischen Einheit p bzw. kp, so ergibt sich für seine Masse m und sein Gewicht k und daher für Dichte und spezifisches Gewicht der gleiche Zahlenwert.

Wegen der häufigen Verwechslung der Begriffe Dichte und spezifisches Gewicht geht die Tendenz heute dahin, auf den Begriff spezifisches Gewicht (Wichte) zu verzichten und nur noch den Begriff Dichte zu ver-

wenden (49). In der Literatur erscheinen noch beide Begriffe.

Bei geometrischen Körpern läßt sich die Dichte (g/cm^3) errechnen, da man das Volumen durch Abmessen bestimmen kann. Bei unregelmäßigen Körpern müssen für die Volumenbestimmung andere Wege beschritten werden.

2.2.7.1. Möglichkeiten zur Dichtebestimmung

2.2.7.1.1. Bestimmung des Volumens durch Wasserverdrängung

Beim Menschen wurde schon um die Jahrhundertwende verschiedentlich versucht, über g/cm^3 Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des lebenden Körpers zu ziehen.

ZIEGELROTH (56) verwendete für die Volumenbestimmung einen einfachen Behälter mit graduiertem Steigrohr zur Erfassung der Wasserverdrängung.

Die gleiche Anordnung benutzten MIES (24) und MÜLLER und SEIDEL-MANN (26); die verdrängte Wassermenge wurde durch einen Heberapparat in ein Gefäß abgeleitet.

OPPENHEIMER (28) und KASTNER (14) verwendeten die Untertauchmethode. OPPENHEIMER las die Steigung des Wasserspiegels an einem geneigten Steigrohr ab, KASTNER bestimmte den Überlauf.

WENGLER (46) notierte ebenfalls die Steigung des Wasserspiegels, versuchte jedoch die Lungenkapazität und das Volumen der Darmgase zu berücksichtigen. Außerdem brachte er das Knochengerüst in Anrechnung. Später (47) modifizierte er das Verfahren. Die Versuchsperson mußte in einen Behälter steigen, der bis zu einer Marke mit Wasser gefüllt wurde. Nachdem die Versuchsperson den Behälter verlassen hatte, wurde dieser bis zur Marke mit Wasser nachgefüllt.

2.2.7.1.2. Bestimmung des Volumens durch Gasverdrängung

HÖRNICKE (12) hat dazu die Heliumkonzentration bestimmt. In einen hermetisch abgeschlossenen Raum wird eine bestimmte Menge eines inerten Gases gepreßt, in diesem Fall Helium, zuerst ohne, danach mit dem zu messenden Körper. Die Konzentration des Heliums wird jeweils gemessen und aus der Differenz das Volumen berechnet.

HÖRNICKE (12) hat auch Volumenbestimmungen über Messungen des Druckanstiegs beschrieben. In eine gasdichte Kammer wird eine bestimmte Menge Luft gepumpt und der Druck registriert. Anschließend wird der Körper (z.B. das Versuchstier) in diesen Raum verbracht und nochmals die gleiche Menge Luft zugeführt. Aus dem Unterschied der Druckerhöhung zwischen leerer und besetzter Kammer kann das Volumen errechnet werden, da der Druckanstieg proportional mit dem Volumen des Körpers zunimmt.

An kleinen lebenden Tieren (Hamster, Ratten) ermittelten auch KOMADA und PACE (18) das Volumen durch Druckmessungen. Sie benützten jedoch zwei luftdicht abgeschlossene Behälter, die durch ein Ventil verbunden waren. In den einen setzten sie das Versuchstier, im anderen erzeugten sie Unterdruck. Nach Öffnen der Verbindung pendelte sich ein vom Volumen des Tieres abhängiger Druck in den Behältern ein. Hieraus berechneten sie das Volumen.

2.2.7.1.3. Bestimmung der Dichte durch Unterwasserwiegen

HÖRNICKE (12) beschreibt auch die Dichtebestimmung durch Unterwasserwiegen. Ein Körper verliert in Wasser soviel an Gewicht wie er Wasser verdrängt. Da 1 l Wasser das Gewicht 1 kp hat, kann das Gewicht des verdrängten Wassers (in kp) dem Volumen des Körpers (in l) gleichgesetzt werden.

Volumen (V) = Gewicht in Luft (G_L) - Gewicht in Wasser (G_W).

Unter der genannten Voraussetzung, daß Gewicht (in kp) und Masse (in kg) in praxi zahlenmäßig als gleich betrachtet werden können (49), folgt für die Dichtebestimmung folgende Formel:

$$D = \frac{G_L}{G_L - G_W}$$

Der Körper wird zuerst in Luft und dann in Wasser gewogen.

Auf diese Weise ermittelte MIES (24) das spezifische Gewicht des Menschen. Er benützte dazu eine an einem Flaschenzug befestigte Waage. Zur Bestimmung des Gewichtes unter Wasser wurde die Versuchsperson auf einem Tragtuch in einem Wasserbecken untergetaucht.

Auch bei Tieren wurde durch Unterwasserwiegen das spezifische Gewicht ermittelt. Nach Betäuben und Aufsetzen einer Maske wurden lebende Schweine (23) an einer Waage in einen Wassertank versenkt, wobei das Volumen von Maske und Lunge berücksichtigt wurden. Das Volumen der Lunge wurde durch die Stickstoff-Auswaschungsmethode nach COURNAND, BALDWIN, DARLING und RICHARDS (4) und DARLING, COURNAND, MANSFIELD und RICHARDS (5) bestimmt.

Größtenteils wurde jedoch mit geschlachteten Tieren oder Tierkörperteilen experimentiert (3, 16, 29, 35, 52, 53). Die meisten Versuche wurden im Leitungswasser durchgeführt. ORME, PEARSON, BRAITZLER und MAGEE (29) benützten destilliertes Wasser.

GNAEDINGER, REINECKE, PEARSON, VAN HUSS, WESSEL und MONTROYE (7) verglichen die Ergebnisse aus Wägungen unter Wasser, die Bestimmungen der Heliumkonzentration und Druckmessungen miteinander und fanden keine signifikante Korrelation. Das Wiegen unter Wasser soll die beste Methode sein.

2.2.7.2. Zusammenhang zwischen Dichte und Fettgehalt

Die meisten Autoren, die Tierkörper oder Fleisch auf deren Dichte

untersuchten, wollten prüfen, ob zwischen Dichte und Fettgehalt eine Beziehung besteht.

PFAUNDLER (32) untersuchte einzelne Gewebe und fand für das spezifische Gewicht, bezogen auf Wasser bei 4° C = 1, folgende Werte:

Knochenrindensubstanz	2, 0
quergestreifte Muskulatur	1, 04
Fettgewebe	0, 97

RATHBUN und PACE (35) gingen von der Überlegung aus, daß angesichts der niedrigen Dichte des Fettes im Vergleich zu anderen Bestandteilen des Körpers zwischen spezifischem Gewicht und Fettgehalt eine Korrelation zu erwarten sei. An 100 Schweinehälften bestimmten sie das spezifische Gewicht durch Wiegen in Wasser. Sie arbeiteten mit einer Meßgenauigkeit von 0,1 g und achteten streng darauf, daß sich beim Wiegen in Wasser keine Luftblasen am Schlachtkörper verfangen. Der Fettgehalt wurde nach gründlicher Zerkleinerung und Trocknung durch Extraktion nach SOXHLET ermittelt. Die Innereien wurden getrennt ausgewertet. Die Ergebnisse zeigten, daß sich spezifisches Gewicht, das zwischen 1,021 und 1,096 schwankte, zum Fettgehalt (niedrigster Wert 1,5 %, höchster Wert 35,8 %) umgekehrt proportional verhält. Die enge Beziehung zwischen diesen beiden Größen zeigte der Korrelationskoeffizient $r = -0,972$. Daneben stellten sie auch fest, daß sich das Fett gleichmäßig auf Innereien und Schlachtkörper verteilt.

Ähnliche Versuche führten BROWN, HILLIER und WHATLEY (3) durch. Zur Feststellung des spezifischen Gewichtes wurden die gekühlten Schweinehälften 24 Stunden post mortem in der Luft mit 0,1 pound (= 45,3 g) und in Wasser mit 5 g Genauigkeit gewogen. Nach Zerkleinerung der Schlachtkörper wurde der Fettgehalt analytisch bestimmt. Die Beziehung zwischen spezifischem Gewicht und Fettgehalt war signifikant. Der bei $P = 1\%$ errechnete Korrelationskoeffizient betrug $r = 0,75$.

WHITEMAN, WHATLEY und HILLIER (53) erweiterten die Versuchsreihe, indem sie zusätzlich die Beziehung zwischen spezifischem Gewicht und Protein sowie Bindegewebe untersuchten. Als Versuchsmaterial dienten auch ihnen Schweinehälften, die sie in Wasser mit einer Genauigkeit von 0,01 pound (= 4,53 g) wogen. Anschließend wurde chemisch der prozentuale Anteil an Bindegewebe, Protein und Fett bestimmt und die Beziehung zwischen diesen drei Werten und dem spezifischen Gewicht untersucht. Dabei erhielten sie folgende Korrelationen:

Spezifisches Gewicht und Bindegewebe	$r = 0,832$
" " und Protein	$r = 0,820$
" " und Fett	$r = 0,868$

Bei dieser Methode sollen folgende Punkte beachtet werden:

1. Wassertemperaturschwankungen bis zu 11°C haben keine praktische Bedeutung.
2. Das Gewicht in Wasser muß möglichst schnell abgelesen werden, da eine mögliche Erwärmung das Gewicht in Wasser vermindern könnte.
3. Zunehmende Wasserverschmutzung ändert die Dichte des Wassers.
4. Beim Wiegen von Schweinehälften in Wasser ist es wichtig, mindestens auf 0,1 pound (= 45,3 g) genau abzulesen; kleinere Stücke sollten genauer gewogen werden.

Ein Unsicherheitsfaktor könnte nach KLINE, ASHTON und KASTELIC (17) auch die Tatsache sein, daß sich das spezifische Gewicht nach der Tötung ändert. Sie registrierten bei 40 Schweinekörpern 0, 24, 48 und 72 Stunden nach dem Schlachten ein spezifisches Gewicht von 0,997, 1,021, 1,025 und 1,028.

ORME, PEARSON, BRATZLER und MAGEE (29) arbeiteten mit Teil-

stücken von Rindern (Rippenstücke und *Mm. longissimi dorsi*) und suchten eine Beziehung zwischen spezifischem Gewicht und den Gehalten an Fett, Protein und Wasser. Vor der Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurde das Fleisch 8 Tage gelagert und in etwa 23 Pfund große Stücke zerlegt. Um Fehler möglichst klein zu halten, füllten sie Behälter mit destilliertem Wasser und wogen darin mit einer Genauigkeit von 0,01 g, in Luft mit 0,1 g. Anschließend wurde das Fleisch kurz getrocknet und zerkleinert. Die Analyse ergab folgende Werte: Fett 1,9 bis 11,21 %; Wasser 67,57 bis 75,05 % und Protein 19,85 bis 22,38 %. Das spezifische Gewicht schwankte zwischen 1,051 und 1,071. Der Korrelationskoeffizient betrug zwischen spezifischem Gewicht und a) Fettgehalt $r = 0,81$, b) Wasser $r = 0,74$ und c) Protein $r = 0,68$.

KIRTON und BARTON (16) experimentierten mit ganzen Tierkörpern und Teilstücken von Schafen. Sie interessierte, ob zwischen dem spezifischen Gewicht des gesamten Schlachtkörpers und dem analytisch ermittelten Fettgehalt der Schlachtkörper und der Teilstücke eine Beziehung besteht. Bei ihren Versuchen betrug die Wassertemperatur $17 - 20^{\circ} \text{C}$, an der Oberfläche der Schlachtkörper wurden $11 - 12^{\circ} \text{C}$ gemessen. Das spezifische Gewicht variierte zwischen 1,009 und 1,049. Bei allen Berechnungen waren die Korrelationskoeffizienten signifikant ($r = 0,81$ bis $0,87$). Sie hatten jedoch nur 15 Versuchstiere zur Verfügung.

PEARSON, BRATZLER, DEANS, PRICE, HOEFER, REINECKE und LUECKE (30) suchten eine Beziehung zwischen der Zusammensetzung einzelner Körperteile und der des Gesamtkörpers aufzuzeigen, indem sie die Korrelationen zwischen spezifischem Gewicht der Schlachtkörper und spezifischem Gewicht verschiedener Teilstücke ermittelten. Signifikante Korrelationen erhielten sie bei Schinken ($r = 0,94$), bei Schulter ($r = 0,92$) und bei Lende ($r = 0,96$). Ihrer Meinung nach kann daher bezüglich der Zusammensetzung von Teilstücken auf den Gesamtkörper geschlossen werden. Korrelationen zwischen dem spezifi-

schen Gewicht und verschiedenen anderen Merkmalen (z.B. Körperlänge, Fläche des M. longissimus dorsi) waren nicht festzustellen.

Ähnliche Experimente führten PRICE, PEARSON und BENNE (34) durch. Sie fanden, daß das spezifische Gewicht des Schinkens (1,042) immer höher liegt als das des ganzen Körpers (1,027). Als Korrelationskoeffizienten zwischen dem spezifischen Gewicht des Schinkens und dem des Gesamtkörpers erhielten sie mit $r = 0,86$ einen niedrigeren Wert als PEARSON et al. (30). Die Beziehungen zwischen verschiedenen anderen Meßdaten des Schlachtkörpers waren nicht so signifikant, daß sie zu Bestimmungen herangezogen werden konnten. Das spezifische Gewicht von Schinken oder von Schlachthälften ermöglichte die beste Aussage über den Fettgehalt.

WHITEMAN und WHATLEY (52) unternahmen Versuche zur Klärung der Beziehungen zwischen Rückenspeckdicke, Mageranteil beim Schinken, M. longissimus dorsi und spezifischem Gewicht. Die Koeffizienten waren teilweise signifikant.

2.2.7.3. Apparate zur Bestimmung des Fettgehalts über die

Dichte

2.2.7.3.1. FAT-CON

Diese Apparatur arbeitet nach dem Prinzip der Wasserverdrängung. Der Fettgehalt wird auf einer geeichten Skala abgelesen. Diese Methode ist nur für rohes Material anwendbar und erfordert ein Gewicht von 17 kg.

2.2.7.3.2. Digital Fat Controller von HONEYWELL

Nach Einbringen von etwa 800 g homogenisierten Probenmaterials in einen dafür vorgesehenen Behälter, direkter Bestimmung von

Volumen und Gewicht sowie automatische Umrechnung der Dichte durch einen Computer wird der Fettgehalt abgelesen (51).

2.2.7.3.3. Foss-Let

Das Verfahren beruht auf mechanisch beschleunigter Extraktion des Fettes mittels Perchloräthylen und anschließender Bestimmung der Dichte der Extraktionslösung. Aus dem Vergleich der Dichten von Lösungsmittel und Extraktionslösung ergibt sich der Fettgehalt (33).

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Methodik

Die Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Dichte von Fleisch bestehen in der exakten Ermittlung des Volumens. Die unter 2.2.7.3. beschriebenen Apparaturen sind kostspielig und kommen deshalb für Klein- und Mittelbetriebe kaum in Betracht. Es war deshalb zu prüfen, ob der Praxis einfachere Wege empfohlen werden können. Von den verschiedenen Möglichkeiten schien das Wiegen des Materials in Wasser am einfachsten zu sein. Nach Gewichtsbestimmung des Fleisches in Luft und anschließend in Wasser wird die Dichte nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Gewicht in Luft} - \text{Gewicht in Wasser}}{\text{Gewicht in Luft}} \quad (12).$$

3.2. Versuchsanordnung

Zur Bestimmung des Gewichtes der Fleischproben in Wasser diente ein Aluminiumbehälter mit den Maßen 2 x 1,20 x 1,20 m, auf dem eine Neigungsgewichtswaage befestigt war. Die Auflageschale der Waage wurde durch einen Bügel ersetzt, der dem Aufhängen des in einer wasserundurchlässigen Folie und einem Nylonnetz befindlichen Untersuchungsmaterials diente. Das Gewicht von Folie und Nylonnetz in Wasser und das Gewicht der Folie in Luft waren bekannt. Die Temperatur des Wassers schwankte während der Bestimmungen zwischen + 12 und + 16^o C.

3.3. Material

Als Probenmaterial standen entbeinte, gefrorene Rinderschultern sowie gekühltes, vorsortiertes Frischfleisch von Rindern zur Verfügung.

In Versuchsreihe I wurden 40 ganze, aufgetaute Schultern untersucht, in Versuchsreihe II 82 faust- bis unterarmgroß zerkleinerte und verschieden klassifizierte Proben aus dem Fleisch dieser Schultern und 15 Proben aus einheitlich klassifiziertem Frischfleisch gleicher Stückgröße.

Die einzelnen Fleischproben hatten ein Gewicht zwischen 11,94 und 23,98 kg.

Die Temperatur der aufgetauten Schultern in Versuchsreihe I lag bei 4°C . In Versuchsreihe II mußten Schwankungen zwischen 2 und 12°C in Kauf genommen werden.

Trotz der Kerntemperatur von 4°C waren in den aufgetauten, unzerlegten Schultern vielfach noch Eiskristalle festzustellen.

3.4. Durchführung der Versuche

Das Probenmaterial wurde nach Vakuumverpackung auf einer automatischen Waage auf 20 g genau gewogen. Infolge der Pendelbewegungen des Zeigers war in Wasser trotz größerer Genauigkeit der Waage nur auf 5 g abzulesen.

Nach diesen beiden Arbeitsgängen wurden die Proben im Wolf grob vorzerkleinert und in 6 - 10 cm hoher Schicht für 12 Stunden bei -20°C eingefroren. (Ein Schutz gegen Schwund war unter den gegebenen Bedingungen nicht möglich.) Danach wurde das Fleisch bis zu stecknadelkopfgroßer Körnung im Kutter zerkleinert und gründlich vermengt. Von dem zerkleinerten Material wurden 4 Proben von verschiedenen Stellen zur Bestimmung des Fettgehaltes entnommen.

Die Fettbestimmung erfolgte refraktometrisch nach RUDISCHER (37). 5 g des zu untersuchenden Materials wurden auf 0,1 mg genau in einen Erlenmeyerkolben eingewogen und mit 5 ml Aufschlußsäure

(1 Volumenanteil 70 %ige Perchlorsäure rein und 1 Volumenanteil 85 %ige Phosphorsäure rein) versetzt. Der Kolbeninhalt wurde dann unter Schwenken über dem Bunsenbrenner bis zur Lösung der Eiweißsubstanz bei leichtem Sieden gehalten. In die noch warme Aufschlußmischung wurden aus einer Bürette genau 10 ml 1-Bromnaphtalin als Lösungsmittel zugegeben. Danach wurde der Erlenmeyerkolben verschlossen, kräftig geschüttelt und der Inhalt in einen Scheidetrichter gegossen. Nach Schichtentrennung wurde die untere Schicht abgelassen, die überstehende mit 0,3 g Calciumcarbonat versetzt und umgeschüttelt. Nach Bindung des Wasser in der Fettlösung mit 3 g wasserfreiem Natriumsulfat und Filtration wurden einige Tropfen des klaren Filtrats zwischen die auf genau 50° C eingestellten Prismen eines Abbé-Refraktometers (Fa. Carl Zeiss, Oberkochen) gebracht und, sobald sich ein konstanter Wert eingestellt hatte, der Brechungsindex abgelesen.

Die Berechnung des Fettgehaltes erfolgte nach der Formel:

$$\text{Fettgehalt} = \frac{(n_e - n_x) \times 100 \times a}{(n_x - n_f) \times E} \times K (\%)$$

Dabei bedeuten:

- n_e Brechungsindex des Lösungsmittels bei 50° C
- n_x Brechungsindex der aus der Probe isolierten Fettlösung bei 50° C
- n_f Brechungsindex des in der Probe enthaltenen Fettes bei 50° C
- a eingesetzte ml Lösungsmittel
- K Faktor 0,926 bei 1-Bromnaphtalin als Lösungsmittel
- E Einwaage

3.5. Besprechung der Ergebnisse

Die refraktometrische Bestimmung der Fettgehalte ergab, daß die Werte der 4 zur Fettbestimmung entnommenen Proben untereinander

z.T. stark differierten. Die größte absolute Schwankung lag bei 2,2 %, die durchschnittliche Schwankung betrug etwa 0,8 %. Der Mittelwert wurde für die Auswertung verwendet.

Die höchsten mittleren Werte lagen bei 12,5 %, die niedrigsten bei 0,7 %, bei der Dichte bei 1,0803 und 1,0616.

Die Zusammenhänge zwischen Dichte und Fettgehalt lassen sich durch Eintragung der Wertepaare (Tabelle 4 und 5) in ein rechtwinkliges Koordinatensystem aufzeigen. Wie aus der graphischen Darstellung 1 hervorgeht, streuen die Werte der Versuchsreihe I sehr stark, während sich bei Versuchsreihe II (graphische Darstellung 2) die Punkte, abgesehen von einigen Extremfällen, mehr um die Regressionsgerade scharen. Die Darstellungen zeigen, daß bei Versuchsreihe II zwischen Dichte und Fettgehalt ein Zusammenhang besteht, während er bei Versuchsreihe I fraglich ist. Zur zahlenmäßigen Beurteilung dieser Abhängigkeit wurden die Korrelationskoeffizienten r berechnet. Bei Versuchsreihe I ist durch den niedrigen Koeffizienten $r_I = -0,49$ eine schwache Beziehung zu erkennen, während bei Versuchsreihe II der Koeffizient $r_{II} = -0,83$ eine gute Beziehung ausdrückt.

Inwieweit bei $r_I = -0,49$ eine Signifikanz vorhanden ist, die bei $r_{II} = -0,83$ erwartet werden kann, wurde mit der Varianzanalyse (F-Test) und dem Student-t-Test geprüft.

Bei der Ermittlung dieser Testgrößen wurden für Versuchsreihe I der Wert $F_I = 12,33$ und für Versuchsreihe II der Wert $F_{II} = 212,95$ berechnet. Da die Tabellenwerte mit $F_I \frac{(1/38)}{(99\%)} = 4,10$ und $F_{II} \frac{(1/100)}{(99\%)} = 3,94$ (wobei $F \frac{(1/n-2)}{P\%}$ die obere Signifikanzgrenze der F-Verteilung bei $P\%$ und den Freiheitsgeraden 1 und $n-2$ ist) unter den berechneten Werten liegen, kann mit 99 %iger Sicherheit angenommen werden, daß Dichte und Fettgehalt voneinander abhängig sind.

Ähnliche Ergebnisse liefert der Student-t-Test, dessen Berechnung für $t_I = 3,46$ und $t_{II} = 14,54$ ergab. Auch hier liegen die Tabellenwerte

mit $t_{I(99,5\%)}^{(38)} = 2,98$ und $t_{II(99,9\%)}^{(100)} = 3,39$ unter den berechneten Werten.

Wenn diese Tests auch zeigen, daß beide Korrelationskoeffizienten signifikant sind, so verdeutlichen diese Zahlen doch auch den Unterschied zwischen beiden Versuchsgruppen. Da bei Versuchsreihe II die berechneten Werte weit über der oberen Signifikanzgrenze liegen, besteht eine signifikante Korrelation. Bei Versuchsreihe I ist zwar ebenfalls eine Signifikanz vorhanden, jedoch läßt die Differenz der Testgrößen im Vergleich zu Versuchsreihe II bei Versuchsreihe I eine weniger gute Korrelation erkennen.

Um etwas über die Schwankungsbreite der zu erwartenden Fettgehalte aussagen zu können, wurden für einige Werte der Dichte die Vertrauensintervalle d_o berechnet. Der durch eine Messung der Dichte x_o zu erwartende Fettgehalt y_o liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von $P\%$ im Intervall $y - d_o$ und $y + d_o$, wobei y den aus der Regressionsgeraden entnommenen Wert darstellt. Da das Vertrauensintervall für jeden Wert der Dichte x_o berechnet werden muß, wurden für 12 Werte x_o die Vertrauensintervalle d_o ermittelt (Tabelle 2 und 3).

Tabelle 2: Dichte x_o und Vertrauensintervall d_o der Versuchsreihe I für $P = 95 \%$

x_o	d_o	x_o	d_o	x_o	d_o
1,080	- 6,28	1,074	- 5,51	1,068	- 5,17
1,078	- 5,97	1,073	- 5,42	1,066	- 5,18
1,077	- 5,85	1,072	- 5,34	1,064	- 5,24
1,076	- 5,73	1,070	- 5,23	1,060	- 5,53

Mittelwert: $\bar{d}_o = 5,54$

Tabelle 3: Dichte x_o und Vertrauensintervall d_o der Versuchsreihe II für $P = 95 \%$

x_o	d_o	x_o	d_o	x_o	d_o
1,080	- 2,93	1,074	- 2,87	1,068	- 2,89
1,078	- 2,90	1,073	- 2,87	1,066	- 2,91
1,077	- 2,89	1,072	- 2,87	1,064	- 2,94
1,076	- 2,88	1,070	- 2,87	1,060	- 3,03

Mittelwert: $\bar{d}_o = 2,90$

Tabelle 4: Fettgehalt und Dichte der untersuchten Fleischproben
der Versuchsreihe I

% Fett - Dichte	% Fett - Dichte
0,7 - 1,0705	8,2 - 1,0650
1,3 - 1,0739	8,3 - 1,0669
1,5 - 1,0687	8,5 - 1,0663
3,0 - 1,0687	8,6 - 1,0727
3,5 - 1,0641	8,6 - 1,0698
3,3 - 1,0649	8,6 - 1,0654
3,8 - 1,0691	8,7 - 1,0659
3,9 - 1,0637	8,8 - 1,0672
5,1 - 1,0729	9,0 - 1,0652
5,6 - 1,0679	9,1 - 1,0665
6,4 - 1,0698	9,2 - 1,0663
6,6 - 1,0666	9,3 - 1,0636
7,0 - 1,0691	9,6 - 1,0670
7,3 - 1,0702	9,7 - 1,0643
7,3 - 1,0714	10,0 - 1,0682
7,3 - 1,0676	10,4 - 1,0663
7,5 - 1,0681	10,8 - 1,0637
7,8 - 1,0681	10,9 - 1,0674
8,0 - 1,0675	11,9 - 1,0616
8,1 - 1,0648	12,6 - 1,0600

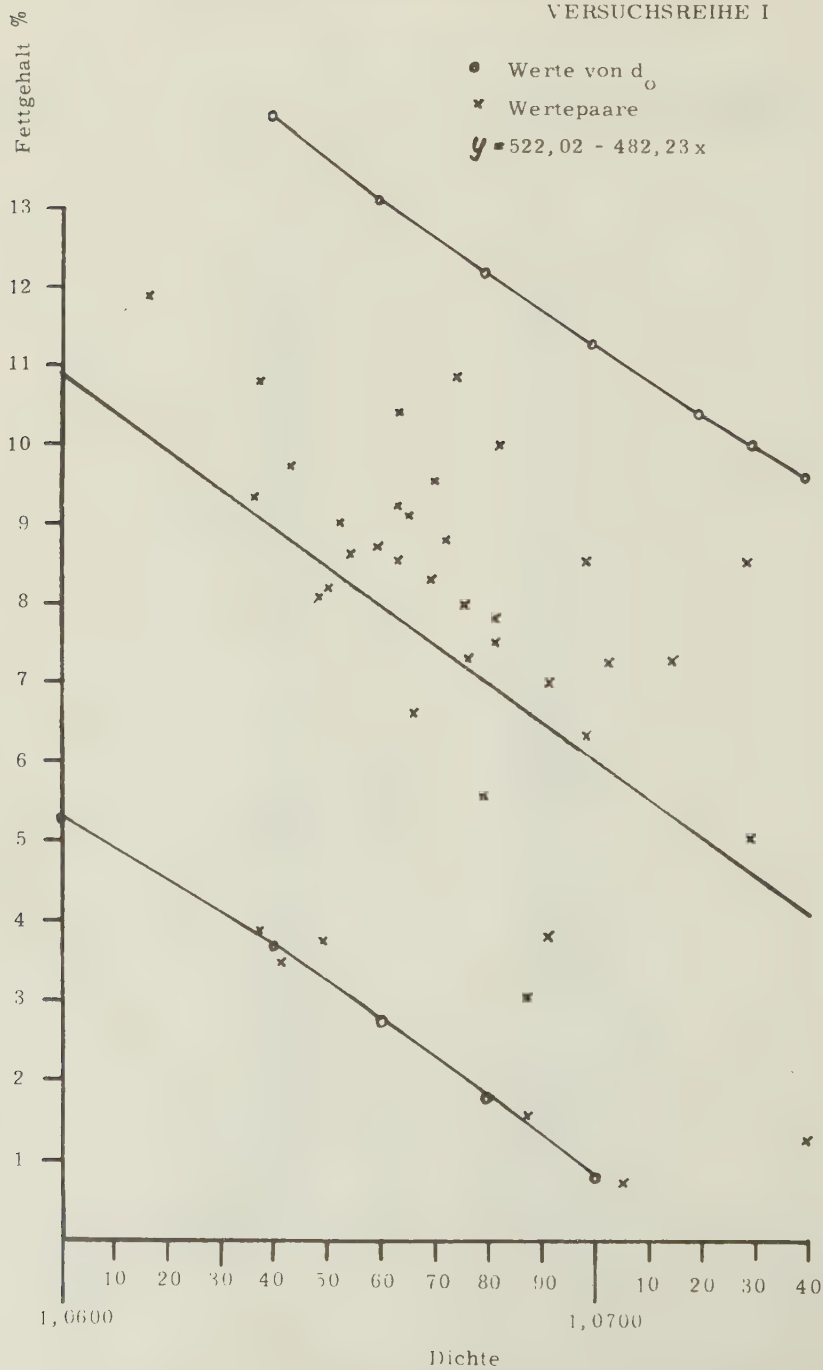
Tabelle 5: Fettgehalt und Dichte der untersuchten Fleischproben
der Versuchsreihe II

% Fett - Dichte	% Fett - Dichte
1,7 - 1,0754	3,1 - 1,0734
1,8 - 1,0758	3,2 - 1,0725
1,8 - 1,0803	3,2 - 1,0748
1,9 - 1,0781	3,2 - 1,0782
1,9 - 1,0787	3,3 - 1,0756
2,2 - 1,0740	3,4 - 1,0731
2,4 - 1,0754	3,4 - 1,0737
2,4 - 1,0774	3,4 - 1,0754
2,4 - 1,0767	3,5 - 1,0722
2,4 - 1,0727	3,5 - 1,0745
2,5 - 1,0743	3,6 - 1,0656
2,5 - 1,0775	3,6 - 1,0751
2,6 - 1,0771	3,8 - 1,0773
2,6 - 1,0761	3,8 - 1,0734
2,7 - 1,0757	3,9 - 1,0736
2,8 - 1,0751	4,0 - 1,0778
2,8 - 1,0759	4,0 - 1,0690
3,0 - 1,0772	4,0 - 1,0711
3,0 - 1,0758	4,2 - 1,0740
3,0 - 1,0750	4,3 - 1,0772
3,1 - 1,0763	4,4 - 1,0721
3,1 - 1,0752	4,6 - 1,0724
3,9 - 1,0746	4,8 - 1,0678

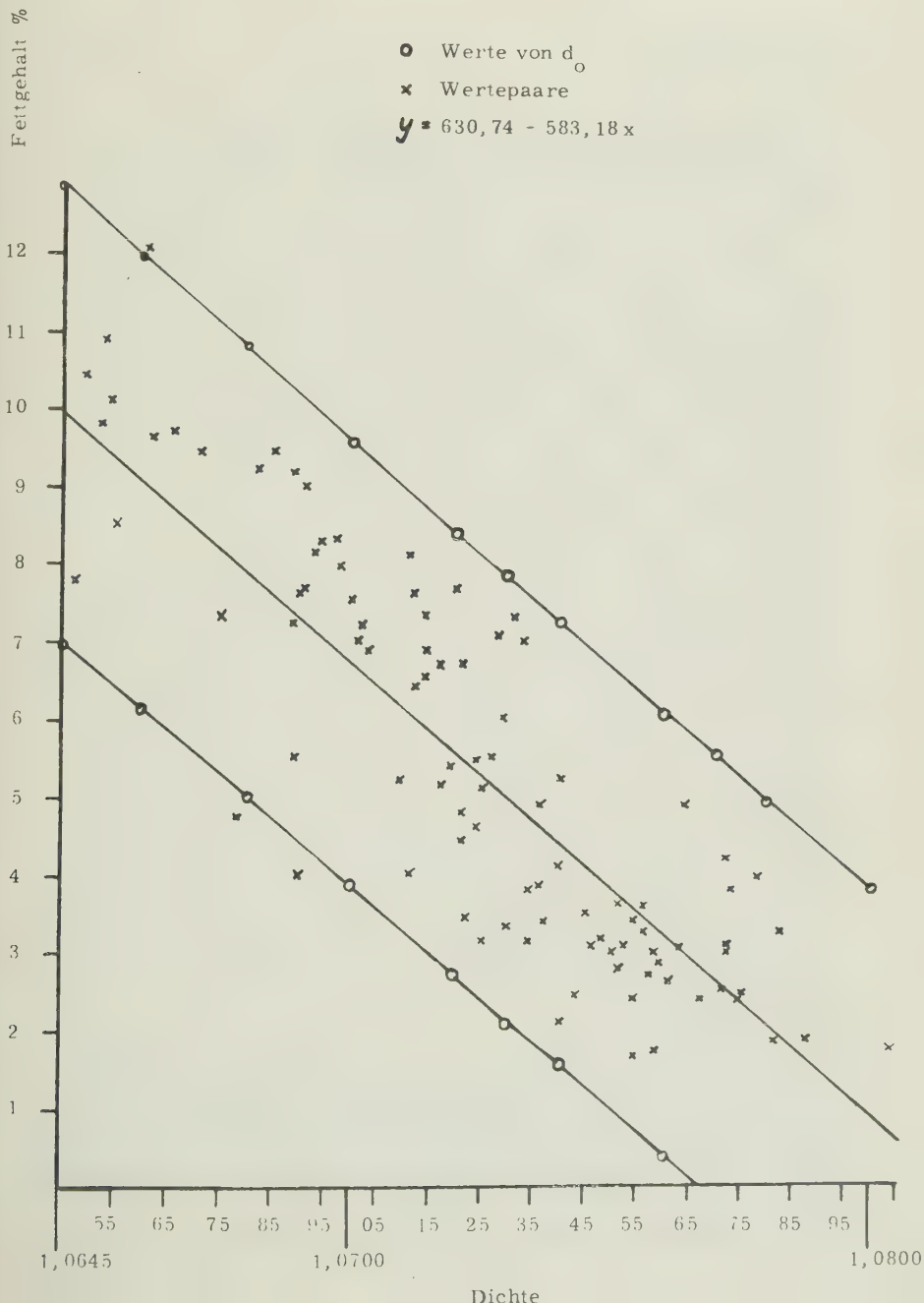
Fortsetzung von Tabelle 5:

% Fett - Dichte	% Fett - Dichte
3,1 - 1,0772	4,8 - 1,0721
4,9 - 1,0736	7,6 - 1,0700
4,9 - 1,0764	7,6 - 1,0712
5,1 - 1,0725	7,6 - 1,0690
5,1 - 1,0717	7,7 - 1,0720
5,2 - 1,0740	7,7 - 1,0691
5,3 - 1,0709	7,8 - 1,0647
5,4 - 1,0719	8,0 - 1,0698
5,5 - 1,0724	8,1 - 1,0711
5,5 - 1,0689	8,1 - 1,0693
5,5 - 1,0727	8,3 - 1,0697
6,0 - 1,0729	8,3 - 1,0694
6,4 - 1,0712	8,6 - 1,0655
6,6 - 1,0714	9,0 - 1,0691
6,7 - 1,0717	9,2 - 1,0682
6,7 - 1,0721	9,3 - 1,0689
6,9 - 1,0703	9,4 - 1,0671
6,9 - 1,0714	9,5 - 1,0685
7,0 - 1,0701	9,6 - 1,0662
7,0 - 1,0733	9,7 - 1,0666
7,1 - 1,0728	9,8 - 1,0652
7,2 - 1,0689	10,1 - 1,0654
7,3 - 1,0702	10,4 - 1,0649
7,3 - 1,0731	10,9 - 1,0653
7,3 - 1,0675	12,1 - 1,0661
7,4 - 1,0714	

GRAPHISCHE DARSTELLUNG 1: WERTEPAARE DER
VERSUCHSREIHE I



GRAPHISCHE DARSTELLUNG 2: WERTEPAARE DER
VERSUCHSREIHE II



4. DISKUSSION

Zur Bestimmung des Fettanteils größerer ganzer bzw. grobzerkleinerter Fleischproben wurde an 137 Rindfleischproben die Abhängigkeit des Fettgehaltes von der Dichte getestet. Durch Wiegen der Proben in Wasser wurde die Dichte ermittelt. Die graphischen Darstellungen und Korrelationskoeffizienten zeigen bei Versuchsreihe I ($r_I = -0,49$) eine schwache, bei Versuchsreihe II ($r_{II} = -0,83$) eine enge Beziehung zwischen Fettgehalt und Dichte. Die statistische Prüfung der Koeffizienten ergab für beide Werte eine Signifikanz, jedoch lagen bei Versuchsreihe I die Testgrößen nur knapp, bei Versuchsreihe II aber weit über der oberen Signifikanzgrenze.

Über ähnlich enge Korrelationen wie in Versuchsreihe II ($r_{II} = -0,83$) wird in der Literatur (3, 29, 35, 53) berichtet. Bei exakter Durchführung und einer Wiegegenauigkeit von 0,1 g erhielten RATHBUN und PACE (35) einen Korrelationskoeffizienten von $r = -0,97$. Obwohl die Gewichtsbestimmungen bei den Untersuchungen von ORME, PEARSON, BRATZLER und MAGEE (29) in destilliertem Wasser und mit einer Genauigkeit von 0,01 g durchgeführt wurden, war der Koeffizient mit $r = -0,81$ weniger signifikant. Dagegen ermittelten WHITEMAN, WHATLEY und HILLIER (53) den besseren Koeffizienten $r = -0,87$ mit der relativen Ungenauigkeit von 4,5 g beim Wiegen in Wasser. BROWN, HILLIER und WHATLEY (3) wiederum erhielten unter ähnlichen Voraussetzungen nur einen Wert von -0,75. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß doch noch eine Reihe von Faktoren nicht beachtet werden.

Da die Korrelationskoeffizienten nur eine mehr oder weniger signifikante Beziehung zwischen Dichte und Fettgehalt aufzeigen und nichts über die Schwankungsbreite aussagen, wurde noch zusätzlich das Vertrauensintervall berechnet. Der hohe Fehlerbereich in Versuchsreihe I

wird durch $d_o = \pm 5,5$ deutlich. Auch in Versuchsreihe II ist er mit $d_o = \pm 2,9$ nicht unerheblich.

Möglicherweise ist die Schwankungsbreite in Versuchsreihe I auf Eiskristalle zurückzuführen, die nach dem Auftauen trotz einer Kerntemperatur oberhalb des Gefrierpunktes im Fleisch noch vorhanden waren. Auch bei Versuchsreihe II ist die Fehlerbreite im Fettgehalt mit 5,8 % trotz einer hochsignifikanten Korrelation unerwartet groß, wodurch der Koeffizient r an Aussagekraft verliert.

Leider war es unter den in einem bestimmten fleischverarbeitenden Betrieb gegebenen Bedingungen nicht möglich, Schwund und Schwundunterschiede nach der Dichtebestimmung auszuschließen und von den Proben Vollanalysen oder wenigstens zusätzliche Wasserbestimmungen durchzuführen. Sicher ist auch darin ein Unsicherheitsfaktor zu sehen.

Wahrscheinlich hängen auch die von KLINE, ASHTON und KASTELIC (17) beobachteten Dichteänderungen in den ersten 72 Std. p.m. mit dem Anstieg der Trockensubstanz infolge Schwund zusammen. Wenn man die von diesen Autoren beobachteten Dichtewerte auf die Regressionsgerade der eigenen Untersuchungen bringt, würde der Fettanteil nach 24 bzw. 48 Std. p.m. paradoxerweise um 14 bzw. 16,5 % niedriger liegen als unmittelbar nach der Schlachtung. In Wirklichkeit steigt der absolute Fettgehalt an, da Fleisch bei der Lagerung Wasser verliert und sich dabei der relative Anteil an Trockensubstanz erhöht. Da der Dichteunterschied zwischen Fettgewebe und Wasser wesentlich kleiner ist als zwischen fettfreier Trockensubstanz und Wasser, wird bei Vernachlässigung von Unterschieden im Wassergehalt bzw. der Verhältnisse zwischen Wasser und fettfreier Trockensubstanz und ausschließlicher Berücksichtigung der Dichte bei Wasserabgabe ein Absinken des Fettgehalts vorgetäuscht. Bei der Bestimmung des Fettgehalts über die Dichte muß deshalb bei absoluten Aussagen der Wassergehalt (besser: das Verhältnis zwischen Wasser und fettfreier Trockensubstanz) berücksichtigt, bei relativen Aussagen ein einheitlicher Was-

sergehalt (besser: einheitliches Verhältnis zwischen Wasser und fettfreier Trockensubstanz) gesichert werden.

Trotzdem zeigen die Ergebnisse eine signifikante Beziehung zwischen Dichte und Fettgehalt, jedoch weisen das Vertrauensintervall der eigenen Untersuchungen und die unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten in der Literatur auf Schwierigkeiten bei der Anwendung des Verfahrens hin.

Schließlich ist zu berücksichtigen, daß die Dichte durch Luftblasen zwischen den Fleischstücken beim Wiegen in Wasser beeinflußt wird. Durch sorgfältiges Abfüllen und Vakuumverpacken der Proben in Plastikfolien wurde versucht, diese Fehlerquelle weitgehend auszuschalten. Die methodisch "optimale" Lösung, das Wiegen des Fleisches in Wasser ohne Hülle, scheidet aus hygienischen und technologischen Gründen aus.

Bei Volumenbestimmung in graduierten Behältern könnte mit größeren Mengen gearbeitet werden, jedoch dürfte es schwer sein, die Luft-einschlüsse auszuschließen und genau abzulesen.

Aufgrund bisheriger Untersuchungen kann der Praxis noch kein Verfahren zur Fettgehaltsbestimmung über die Dichte angeboten werden. Weitere Versuche sind angezeigt.

5. ZUSAMMENFASSUNG

1. Möglichkeiten zur Bestimmung von Fett und grobgeweblicher Zusammensetzung von Fleisch wurden besprochen, weiterhin verschiedene Verfahren zur Volumen- und Dichtebestimmung an Lebewesen und Tierkörperteilen sowie Beziehung zwischen Fettgehalt und Dichte beschrieben.
2. An 137 Fleischproben wurde die Dichte durch Wiegen in Wasser bestimmt und refraktometrisch der Fettgehalt ermittelt. Die Beziehung zwischen Fettgehalt und Dichte wurde geprüft.
3. Die Korrelationskoeffizienten $r_I = -0,49$ und $r_{II} = -0,83$ waren signifikant, doch die Vertrauensintervalle ergaben für Versuchsreihe I mit $d_o = \pm 5,5$ einen sehr großen und für Versuchsreihe II mit $d_o = \pm 2,9$ einen beträchtlichen Fehlerbereich.
4. Die Genauigkeit dieser Untersuchungen war noch durch Faktoren beeinträchtigt, von denen vor allem der Schwund gravierend ist.

Bei zukünftigen Bestimmungen des Fettgehaltes über die Dichte muß für absolute Aussagen der Wassergehalt (besser: das Verhältnis zwischen Wasser und fettfreier Trockensubstanz) berücksichtigt, für relative Aussagen ein einheitlicher Wassergehalt (besser: ein einheitliches Verhältnis zwischen Wasser und fettfreier Trockensubstanz) gesichert werden.

SUMMARY

1. Methods for the determination of fat in meat and for the macroscopic composition of the various tissues in meat were discussed. Furthermore, various techniques to determine volume and density of animals and parts of carcasses were described. The relation between fat content and density was described.
2. The density of 137 meat samples was determined by weighing in water, and the fat content was measured with a refractometer. The relation between fat content and density was examined.
3. The correlation coefficients $r_I = -0,49$ and $r_{II} = -0,83$ were significant, but the confidence limits showed a very high standard error of $d_o = \pm 5,5$ for the first experimental series and a considerable standard error of $d_o = \pm 2,9$ for the second experimental series.
4. The accuracy of these examinations was interferred with by a number of factors of which loss of water was the most significant.

In further studies to calculate the fat content of the meat through its density it will be necessary, for absolute results, to take into account the water content i.e. the ratio between water and fat free dry substance. To obtain relative results, a uniform water content will have to be ensured i.e. a uniform ratio between water and fat free dry substance.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Andrews, F.N., and R.M. Whatley:
A method for the measurement of subcutaneous fat and
muscular tissues in the live animal and the carcass.
Am. Soc. Anim. Production Chicago nov. 26 (1954)
2. Aunan, W.J., and L.M. Winters:
A method for measuring the proportion of fat and lean tissue
in swine carcass.
J. Anim. Sci. 11 (1932), 319
3. Brown, C.J., J.C. Hillier and J.A. Whatley:
Specific gravity as a measure of the fat content of the pork
carcass.
J. Anim. Sci. 10 (1951), 97
4. Cournand, A., E.D. Baldwin, R.C. Darling and
D.W. Richards jr.:
Studies on the intrapulmonary mixture of gases. IV.
J. Clin. Invest. 20 (1941), 681,
zit. nach: Lynch, G.P., and G.H. Wellington (23)
5. Darling, R.C., A. Cournand, J.S. Mansfield and
D.W. Richards jr.:
Studies on the intrapulmonary mixture of gases. I., III.
J. Clin. Invest. 19 (1941), 599, 609,
zit. nach: Lynch, G.P., and G.H. Wellington (23)

6. Diemair, W.:
Beythien/Diemair, Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker.
8. Aufl., Verlag Th. v. Steinkopff, Dresden und Leipzig 1963
7. Gnaedinger, R.H., E.P. Reinecke, A.M. Pearson, W.D. van Huss, J.A. Wessel and J.H. Montoye:
Determination of body density by air displacement, helium delution and under water weighing.
Ann. New York Acad. Sci. 110 (1963), 96
8. Großfeld, J.:
Die Verwendung von Trichloräthylen als Lösungsmittel bei Fettbestimmung.
Chemiker-Ztg. 51 (1927), 203
9. Haring, F., und R. Gruhn:
Zur Methodik der Bestimmung des Fett-Fleischverhältnisses bei Mast- und Schlachtleistungsprüfungen am Schwein.
Züchtungskunde 21 (1950), 267
10. Haring, F., und H. Siegburg:
Methoden zur Bestimmung des Schlachtwertes am lebenden Schwein.
Züchtungskunde 29 (1957), 291
11. Hazel, L.N., and E.A. Kline:
Mechanical measurements of fatness and carcass value on live hogs.
J. Anim. Sci. 11 (1953), 313

12. Hörnicke, H.:

Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung lebender Tiere unter besonderer Berücksichtigung des Schweines.

Z. Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde 16 (1962), 267, 331

13. Hogrefe, F.:

Aufbau eines neuen Forschungsweges zur Bestimmung der Fettwüchsigkeit und Fettleistung in verschiedenen Mastabschnitten beim lebenden Schwein verschiedener Rassezugehörigkeit.

Z. f. Züchtung 40 (1938), 377

14. Kastner, O.:

Körpervolumen und spezifisches Gewicht von Säuglingen.

Z. f. Kinderheilk. 3 (1912), 391

15. Kaufmann, H. P.:

Analyse der Fette und Fettprodukte. I.

Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958

16. Kirton, A.H., and R.H. Barton:

Determination of fat in mutton carcasses by measurement of specific gravity.

Nature 178 (1956), 920

17. Kline, E.A., G.C. Ashton and J. Kastelic:

Technical Communication No. 12 of the Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genet., Edinburgh 1958

18. Komada, A.M., and N. Pace:
A simple decompression method for in vivo body fat
estimation in small animals.
J. Appl. Physiol. 18 (1963), 1272
19. Kotter, L., H. Schmidt und G. Krauß:
Zur Deklaration der Bestandteile von Würsten.
Arch. Lebensmittelhyg. 24 (1973), 53
20. Kraybill, H.F., O.G. Hankins and H.L. Bitter:
Body composition of cattle. Estimation of body fat from
measurement in vivo of body water by use of antipyrine.
J. Appl. Physiol. 3 (1951), 681
21. Lauprecht, E., W. Kirsch, A. Rittler, W. Münzer und
D. Fewson:
Untersuchungen über die Abschätzung des Anteils der fleisch-
und fettreichen Teilstücke aufgrund von Echolotmessungen
am lebenden Schwein.
Z. Tierzücht. - Züchtungsbiol. 81 (1965), 89
22. Linke, H., und W. Arneth:
Der Fett- und Eiweißgehalt in Schlachttierkörpern von
Schwein und Rind.
Fleischwirtschaft 50 (1970), 920
23. Lynch, G.P., and G.H. Wellington:
Predicting the whole body composition of living hogs from
specific gravity determination.
Ann. New York Acad. Sci. 110 (1963), 318

24. Mies, J.:
Über die Masse, den Rauminhalt und die Dichte des Menschen.
Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 157 (1971), 760
25. Moreau, J. R., and M. T. Lavoie:
An emulsion method for rapid determination of fat in raw meats.
J. Food Sci. 36 (1971), 760
26. Müller, E., und W. Seidelmann:
Über das Verhalten des spezifischen Körpergewichtes bei gesunden Mannschaften.
Med. Klin. 2 (1906), 213
27. Nilsson, R., and K. Kolar:
The determination of fat content in meat and meat products by nuclear magnetic resonance.
17th Europ. Meet. Meat Res. Work. Bristol (1971), 299
28. Oppenheimer, K.:
Über eine Methode zur Bestimmung des Volumens bei Säuglingen.
Z. f. Kinderheilk. 3 (1912), 237
29. Orme, L. E., A. M. Pearson, L. J. Bratzler and W. T. Magee:
Specific gravity as an objective measure of marbling.
J. Anim. Sci. 17 (1958), 693

30. Pearson, A.M., L.J. Bratzler, R.J. Deans, J.F. Price,
J.A. Hoefler, E.P. Reinecke and R.W. Luecke:
The use of specific gravity of certain untrimmed porkcuts
as a measure of carcass value.
J. Anim. Sci. 15 (1956), 86
31. Peltzer, J. :
Mitt. Ver. Dtsch. Lebensmittelchemiker 1936, 54 und 1938, 6.
zit. nach Diemair, W. (6)
32. Pfaundler, M. :
Körpervolumen- und Körperdichtebestimmung am lebenden
Säugling; zu ihrer Deutung und Methodik.
Z. f. Kinderheilk. 3 (1912), 413
33. Pfeiffer, G., R. Wellhäuser und H. Gehra:
"Foss-Let", ein Fett-Analyzer für die Standardisierung der
Produktion und die Fertigproduktkontrolle.
Fleischwirtschaft 53 (1973), 985
34. Price, J.F., A.M. Pearson and E.J. Benne:
Specific gravity and chemical composition of the untrimmed
ham as related to leanness of pork carcass.
J. Anim. Sci. 16 (1957), 85
35. Rathbun, E.N., and N. Pace:
Determination of total body fat by means of body specific
gravity.
J. Biol. Chem. 158 (1945), 667

36. Rudischer, S.:
Schnellmethoden zur Analyse von Fleisch und Fleisch-
produkten.
Z. Lebensm. Unters. -Forsch. 128 (1965), 1
37. Rudischer, S.:
Prüfmethode für die Beurteilung von Fleisch- und Wurst-
waren.
Fleisch 23 (1969), 303
38. Schön, L.:
Untersuchungen über die grobgewebliche Zusammensetzung
von Schlachtrindern.
Habilitationsschrift an der Fakultät für Landwirtschaft und
Gartenbau der Technischen Hochschule München, 1966
39. Schumm, H.R.:
Die Schlachtergebnisse der wichtigsten deutschen Schweine-
rassen unter dem Einfluß unterschiedlicher Fütterungsarten,
Mastmethoden und Mastgewichte.
Kuehn Archiv 69 (1955), 331
40. Schwarz, G.:
Fettbestimmung nach Röse-Gottlieb in Milch und Magermilch.
Milchwissenschaft 9 (1954), 95
41. Siegburg, H.:
Methoden zur Bestimmung des Schlachtwertes am lebenden
und geschlachteten Schwein.
Diss. Göttingen 1957

42. Souci, S.W., W. Fachmann und H. Kraut:
Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-
Tabellen. I.
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 1969
43. Söldt, W.:
Gewichtsanalytische Fettbestimmung in Milch, Milcherzeug-
nissen, Butter, Käse und Speiseeis.
Milchwissenschaft 6 (1951), 152
44. Svendsen, A.:
A rapid method for the determination of fat in the industrial
production of force meats.
17th Europ. Meet. Meat Res. Work. Bristol (1971), 305
45. Wellhäuser, H. Gehra und G. Pfeiffer:
Überlegungen zur Standardisierung des Rohstoffes Fleisch.
Fleischwirtschaft 50 (1970), 1651
46. Wengler, J.:
Ein Versuch, das spezifische Körpergewicht am lebenden
Menschen zu bestimmen.
Wiener Med. Wschr. 52 (1902), 1739, 1799
47. Wengler, J.:
Das Volumen und spezifische Gewicht des menschlichen
Körpers, insoweit er aus festen und flüssigen Stoffen be-
steht, also unter Ausschluß der variablen Körperluft.
Arch. f. d. ges. Physiol. 115 (1906), 312

48. Weniger, J., und K. Funk:
Ausschlachtungsversuche und Schlachtmethoden an Schweinen
unter Berücksichtigung ihrer Futterverwertung.
Archiv Tierernähr. 3 (1953), 145
49. Westphal, W.H.:
Physik.
21./22. Aufl., Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959
50. Whalen, F.:
A modified Babcock procedure for rapid determination of
fat in meats using dimethyl sulfoxide.
J. Assoc. Offic. Agr. Chem. 49 (1966), 1225,
ref. in: Fleischwirtschaft 50 (1970), 328
51. Whitehead, R.C.:
Fat analysis of boned meat by the specific gravity method.
Food Technol. 24 (1970), 469
52. Whiteman, J.V., and J.A. Whatley:
Evaluation of some swine carcass measurements.
J. Anim. Sci. 12 (1953), 591
53. Whiteman, J.V., J.A. Whatley and J.C. Hillier:
A further investigation of specific gravity as a measure of
pork carcass value.
J. Anim. Sci. 12 (1953), 859
54. Winter, E.:
Über ein neues Verfahren zur Bestimmung und Untersuchung
von Fetten in Lebensmitteln.
Z. Lebensm. Unters. -Fosch. 123 (1963), 205

55. Witt, M.:

Futterverwertung und Schlachtqualität in ihrer Bedeutung
für das Zuchtziel in der Schweinezucht.

Mitt. der DLG, Ausgabe B 68 (1953), 23

56. Ziegelroth:

Das spezifische Gewicht des menschlichen Körpers und
Blutes; zugleich ein Beitrag zur Krasenlehre.

Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 146 (1896), 453

Am Ende meiner Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. Dr.h.c.
L. Kotter für die Überlassung des Themas und die freundliche
Unterstützung herzlich danken.

Ebenso danke ich Herrn Dr. A. Fischer für die Betreuung und
die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Mein Dank gilt auch Herrn Fabrikant K. Könecke, Bremen, der
mir die Untersuchungen in seinem Unternehmen ermöglichte.

Lebenslauf

Am 8. Februar 1945 wurde ich, Wilhelm Busch, als Sohn des praktischen Tierarztes Anton Busch und dessen Ehefrau Maria, geb. Rieger, in Melk/Österreich geboren.

Nach vierjähriger Volksschulzeit in Viechtach besuchte ich die Oberrealschule in Cham, wo ich 1965 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1965/66 begann ich an der Ludwig-Maximilians-Universität München das Studium der Tiermedizin, das ich 1970 mit dem Staatsexamen abschloß. Seit dem 21. September 1970 bin ich bestallter Tierarzt.

